

**POSITION/POSTURE CONTROLLER**

Patent Number: JP2003058254  
Publication date: 2003-02-28  
Inventor(s): MAYAMA TAKEHIKO  
Applicant(s): CANON INC  
Requested Patent: JP2003058254  
Application Number: JP20010245122 20010813  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G05D3/12; F16F15/02; G01B7/00; G03F7/22; G03F9/00; G05D23/00; H01L21/027; H01L21/68  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize extremely high position/posture control accuracy by improving detection accuracy of a displacement detection means detecting the displacement amount to a reference position of a surface plate in a position/posture controller for the surface plate to load a semiconductor exposure device.

**SOLUTION:** In the position/posture controller maintaining the surface plate at/in a prescribed position/posture by detecting the displacement amount to the reference position of the surface plate to load the semiconductor exposure device in the displacement detection means and controlling an actuator applying control force to the surface plate on the basis of compensation signals obtained by executing an appropriate compensation operation to the detection signal, the displacement detection means is arranged in a flow of air whose temperature is adjusted to be within a prescribed temperature range. Or, in addition to that, the temperature of the displacement detection means and the air in a space where it is arranged is detected and the temperature is adjusted by using a heating means and a blowing temperature adjustment means, etc., on the basis of signals obtained by compensating the temperature detection signal.

---

BEST AVAILABLE COPY

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 5 D 3/12	3 0 5	G 0 5 D 3/12	3 0 5 L 2 F 0 6 3
F 1 6 F 15/02		F 1 6 F 15/02	M 3 J 0 4 8
G 0 1 B 7/00		G 0 1 B 7/00	D 5 F 0 3 1
G 0 3 F 7/22		G 0 3 F 7/22	H 5 F 0 4 6
9/00		9/00	H 5 H 3 0 3

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-245122(P2001-245122)

(22)出願日 平成13年8月13日(2001.8.13)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 間山 武彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ  
ン株式会社内

(74)代理人 100086287

弁理士 伊東 哲也

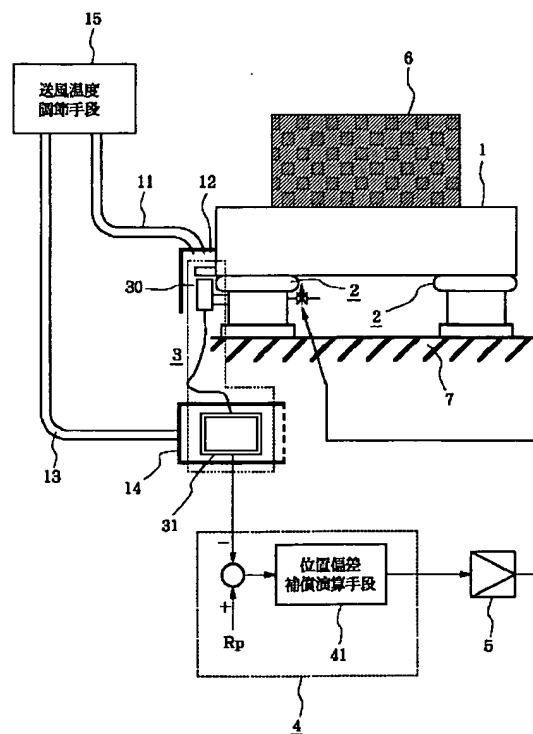
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 位置・姿勢制御装置

(57)【要約】

【課題】 半導体露光装置を搭載する定盤の位置・姿勢制御装置において、定盤の基準位置に対する変位量を検出する変位検出手段の検出精度を高めて、非常に高い位置・姿勢制御精度を実現する。

【解決手段】 半導体露光装置を搭載する定盤の基準位置に対する変位量を変位検出手段で検出し、該検出信号に適切な補償演算を施して得られる補償信号に基づいて前記定盤に制御力を加えるアクチュエータを制御することで、前記定盤を所定の位置・姿勢に維持する位置・姿勢制御装置において、前記変位検出手段を、所定温度範囲内に温度が調節された空気の流れの中に配置する。または、これに加えて、変位検出手段やそれが配置された空間の空気の温度を検出し、該温度検出信号を補償して得られた信号に基づき、加熱手段、送風温度調節手段などを用いて、その温度調節を行なう。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 精密機器を搭載する定盤と、該定盤の振動を検出する振動検出手段とを備えた位置・姿勢制御装置であって、前記振動検出手段を所定温度範囲内に温度調節する温調手段を具備することを特徴とする位置・姿勢制御装置。

【請求項2】 前記温調手段は、前記振動検出手段を中に配置した送風路を備え、所定温度範囲内に温度が調節された空気を該送風路に流すものであることを特徴とする請求項1に記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項3】 前記振動検出手段は、前記定盤の基準位置に対する変位量を検出して出力する変位検出手段であることを特徴とする請求項1または2に記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項4】 前記温調手段は、前記振動検出手段の温度または該振動検出手段が配置された空間の空気の温度を検出して出力する温度検出手段と、所定の温度目標値信号と前記温度検出手段の検出信号との差信号である温度偏差信号に適切な補償演算を施す温度偏差補償演算手段と、前記振動検出手段が配置された空間に流される空気の温度を前記温度偏差補償演算手段で得られる補償信号に基づいて調節する送風温度調節手段とを備え、前記振動検出手段の温度または該振動検出手段が配置された空間の空気の温度を所定値に維持するものであることを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項5】 前記温調手段は、前記振動検出手段に熱を加える加熱手段と、所定の温度目標値信号と前記温度検出手段の検出信号との差信号である温度偏差信号に適切な補償演算を施す第2の温度偏差補償演算手段と、前記振動検出手段の温度を所定値に維持するために前記第2の温度偏差補償演算手段で得られる補償信号に基づいて前記加熱手段による加熱量を調節する加熱量調節手段とをさらに備えることを特徴とする請求項4に記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項6】 前記温調手段は、前記振動検出手段の温度を検出して出力する温度検出手段と、前記振動検出手段に熱を加える加熱手段と、所定の温度目標値信号と該温度検出手段の検出信号との差信号である温度偏差信号に適切な補償演算を施す温度偏差補償演算手段と、前記温度偏差補償演算手段で得られる補償信号に基づいて前記加熱手段による加熱量を調節する加熱量調節手段とを備え、前記振動検出手段の温度を所定値に維持するものであることを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の

位置・姿勢制御装置。

【請求項7】 前記変位検出手段は、電気コイルを備えた検出ヘッドと、検出対象たる金属面と、前記電気コイルのインピーダンス変動を検知して変位信号を出力するアンプ回路とを備え、該電気コイルから発せられる磁力線の作用により検出対象たる金属面に渦電流を発生させ、その磁界の影響により生じる該電気コイルのインピーダンス変動をもとに、該検出ヘッドと該検出対象との距離の変位量を検出する、発振型近接センサであることを特徴とする請求項3に記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項8】 前記温調手段は、前記発振型近接センサの検出ヘッドと検出対象たる金属面、またはそれらが配置された空間の空気の温度を検出して出力する温度検出手段と、所定の温度目標値信号と該温度検出手段の検出信号との差信号である温度偏差信号に適切な補償演算を施す温度偏差補償演算手段と、該温度偏差補償演算手段で得られる補償信号に基づいて、前記発振型近接センサの検出ヘッドと検出対象たる金属面が配置された空間に流される空気の温度を調節する送風温度調節手段とを備え、前記発振型近接センサの検出ヘッドと検出対象たる金属面、またはそれらが配置された空間の空気の温度を所定値に維持するものであることを特徴とする請求項7に記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項9】 前記温調手段は、前記発振型近接センサのアンプ回路、または該アンプ回路が配置された空間の空気の温度を検出して出力する温度検出手段と、所定の温度目標値信号と該温度検出手段の検出信号との差信号である温度偏差信号に適切な補償演算を施す温度偏差補償演算手段と、該温度偏差補償演算手段で得られる補償信号に基づいて、前記発振型近接センサのアンプ回路が配置された空間に流される空気の温度を調節する送風温度調節手段とを備え、前記発振型近接センサのアンプ回路または該アンプ回路が配置された空間の空気の温度を所定値に維持するものであることを特徴とする請求項7または8に記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項10】 前記発振型近接センサの検出ヘッドの温度を検出して出力する温度検出手段と、前記発振型近接センサの検出ヘッドに熱を加える加熱手段と、所定の温度目標値信号と該温度検出手段の検出信号との差信号である温度偏差信号に適切な補償演算を施す温度偏差補償演算手段と、前記温度偏差補償演算手段で得られる補償信号に基づいて前記加熱手段による加熱量を調節する加熱量調節手段とを備え、

前記検出ヘッドの温度を所定値に維持するものであることを特徴とする請求項7～9のいずれか1つに記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項11】 前記発振型近接センサのアンプ回路の温度を検出して出力する温度検出手段と、前記発振型近接センサのアンプ回路に熱を加える加熱手段と、所定の温度目標値信号と該温度検出手段の検出信号との差信号である温度偏差信号に適切な補償演算を施す温度偏差補償演算手段と、該温度偏差補償演算手段で得られる補償信号に基づいて該加熱手段による加熱量を調節する加熱量調節手段とを備え、前記アンプ回路の温度を所定値に維持するものであることを特徴とする請求項7～10のいずれか1つに記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項12】 前記加熱手段は、電気抵抗による発熱効果を利用して前記変位検出手段に熱を加える電気ヒータであることを特徴とする請求項5、6、10または11に記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項13】 前記位置・姿勢制御装置は、前記定盤が位置すべき所定目標位置を表わす信号と前記変位検出手段の検出信号との差信号である位置偏差信号に適切な補償演算を施す位置偏差補償演算手段と、前記位置偏差補償演算手段で得られる補償信号に基づいて前記定盤に制御力を加えるアクチュエータとを備え、前記定盤を所定の位置および姿勢に維持するものであることを特徴とする請求項3～12のいずれか1つに記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項14】 前記変位検出手段は、前記定盤の各部に複数台数配置されたものであり、前記位置・姿勢制御装置は、前記定盤が位置すべき所定目標位置を表わす信号と前記の複数台数配置された変位検出手段の検出信号とから前記定盤の並進および回転の各運動モードごとの位置偏差信号を抽出して出力するモード偏差抽出手段と、モード偏差抽出手段の出力信号に適切な補償演算を施すモード偏差補償演算手段と、モード偏差補償演算手段で得られた補償信号を複数台数配置された前記定盤に制御力を加えるアクチュエータに対応させて分配する演算処理を施すモード分配演算手段とを備え、前記定盤を所定の位置および姿勢に維持するものであることを特徴とする請求項3～12のいずれか1つに記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項15】 前記定盤は、防振支持手段で支持されたものであることを特徴とする請求項1～14のいずれか1つに記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項16】 前記アクチュエータは、空気ばねと該空気ばねの内部圧力を電気指令信号によって調整する制御弁とからなる空気圧駆動式アクチュエータであり、該

空気ばねは前記定盤を支持する防振支持手段を兼ねたものであることを特徴とする請求項13または14に記載の位置・姿勢制御装置。

【請求項17】 前記精密機器が、半導体露光装置またはその一部であることを特徴とする請求項1～16のいずれか1つに記載の位置・姿勢制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体露光装置等の精密機器を搭載する定盤を防振支持する位置・姿勢制御装置に係り、特に、定盤の振動を検出する振動検出手段の検出精度を高めて、非常に高い位置・姿勢制御精度を実現する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体露光装置の高精度化に伴い、より高性能な除振装置が求められている。半導体露光装置においては、露光に悪影響を及ぼす振動が露光用ステージや露光装置本体を構成する構造体に発生しないようにする必要がある。そのためには、露光装置本体を床などの装置設置基礎からの振動をはじめとする外部振動から極力絶縁するとともに、装置本体に搭載されたXYステージなどの駆動手段を有する機器の動作によって発生する振動を速やかに低減する必要がある。

【0003】特に半導体露光装置では、露光用XYステージのステップ・アンド・リピートという間欠的な繰り返し動作、あるいは、スキヤニング露光のためのスキヤン動作が、装置本体の振動を励起する。XYステージの駆動反力、および、XYステージの荷重移動が装置本体を構成する機器や構造物を励振してしまうのである。従ってこの分野における除振装置には、床などの装置設置基礎からの振動をはじめとする外部振動から装置本体を振動的に絶縁するとともに、装置本体に搭載された機器の動作によって発生する装置本体の振動を効果的に低減・抑制することが必須条件として求められている。特にスキヤン露光装置では、露光用ステージがスキヤン動作をしている状態で露光を行なうため、振動の低減・抑制性能への要求は厳しく、一段と高性能な除振装置が不可欠となっている。

【0004】また、半導体露光装置には、除振装置の上に搭載された、有害振動から保護すべき機器と、除振装置には搭載されずにその周辺に配置されている機器とがあるが、必要な露光性能を確保するためには、それら相互の位置関係を、常にある一定の範囲内に、精度よく、維持しておく必要がある。

【0005】さらに、半導体露光装置のなかには、2つ以上の構造体をそれぞれ別々の防振支持手段で支持する構成のものもある。例えば、特登録02583120「露光装置」で開示されている半導体露光装置では、露光する回路パターンの原版であるレチクルおよびこれを投影露光するための光学レンズシステムを搭載する構造体と、該

パターンの被露光体であるシリコンウエハを載置するウエハステージを搭載する定盤とを、別々の除振装置で防振支持している。この種の装置では、高精度の露光を実現するために、別々の除振装置によって防振支持されたレチクル、光学レンズシステム、およびシリコンウエハなどの位置関係を高い精度で維持する必要がある。つまり、この種の装置では、除振装置に搭載された機器と、周辺に配置された機器との相互位置関係を精度よく維持するとともに、別々に防振支持された2つ以上の構造体相互の位置関係をミクロンオーダー、あるいはサブミクロンオーダーで維持することが求められるのである。

【0006】特に、このような2つ以上の構造体を別々に防振支持する構造を採用した、走査露光型の半導体露光装置では、2つ以上の構造体や定盤の、相互の位置・姿勢を、特に高い精度で制御しなければならない。走査露光型の半導体露光装置は、露光する回路パターンなどの原版であるレチクルと、該パターンの被露光体であるシリコンウエハを高い精度で同期スキャンさせ、露光を行なうものである。そのために、レチクルおよびシリコンウエハのそれぞれを載置する構造体を別々に防振支持する構成とした場合、相互の構造体の位置・姿勢の関係を非常に高い精度で、所望の状態に維持しなければならないのである。

【0007】このような要求に対応すべく、半導体露光装置においては、露光装置本体を搭載する定盤の振動および位置を加速度センサ、速度センサ、および位置センサなどのセンサで検出し、その検出信号を補償して、定盤に制御力を加えるアクチュエータにフィードバックすることにより能動的に、定盤の振動と位置・姿勢の制御を行なう、各種の能動除振装置が開発され、広く適用されている。

【0008】半導体露光装置用の除振装置としては、従来から、定盤を装置設置基礎上で支持する空気ばね、あるいは、そのような空気ばね、および、これと力学的に並列に配置され、定盤と装置設置基礎の間に制御力を作用させる電磁アクチュエータなどを併用したものをアクチュエータとして用いて、定盤の振動と位置・姿勢を制御する構成の装置が広く用いられてきた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような半導体露光装置用の除振装置では、露光装置を搭載する定盤の位置・姿勢制御性能向上への要求が益々高まっている。半導体露光装置などの精密機器用の除振装置に対しては、数ミリメートル程度の動作ストロークで、数ミクロンからサブミクロンレベルの位置・姿勢制御動作を要求されるようになってきている。動作レンジの1/1000 (0.1%) 以下の変位を安定かつ確実に検出し、制御しなければならないのである。そのために、位置・姿勢制御を行なうために用いる変位検出手段自体に、非常に高い検出精度が要求される。

【0010】通常、位置・姿勢制御系においては、必要な位置・姿勢制御精度の1/10以下の変位検出精度(分解能)を確保しておくことが望ましい。例えば、動作ストローク5mmの位置・姿勢制御装置において、1μmの制御精度を得るためには、0.1μm以下の変位検出精度が望まれる。動作ストロークの0.002%の検出分解能が変位検出手段に要求されるのである。

【0011】しかしながら、従来の精密機器搭載用の位置・姿勢制御装置において広く用いられている、非接触型の発振型近接センサ等を用いた場合、動作ストロークの0.002%という高い検出分解能を実現することは、困難である。

【0012】勿論、より変位検出精度の高い変位計を用いれば、高い検出精度を得ることはできるが、これにはコストアップが伴う。除振装置では、防振支持対象である精密機器を所定姿勢に保つために、少なくとも、防振支持対象の6自由度の運動自由度に対して、制御を施す必要がある。従って、除振装置では、複数の、望ましくは、6台以上の変位検出手段を用いる必要があり、高価な測長器をこの種の分野に用いることは、できる限り回避したい。

【0013】また、動的または過渡的な位置および姿勢制御性能である除振および防振性能を考慮した場合、加速度センサや速度センサの検出精度の確保も重要であり、ここに説明した変位検出手段と同様の課題が発生している。

【0014】本発明は、このような課題を解決するためのものであり、半導体露光装置本体等の精密機器を搭載する位置・姿勢制御装置において、比較的廉価な振動検出手段を用いて、その検出精度を高め、従来にはない非常に高精度の位置・姿勢制御性能を有する装置を提供することを課題とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】以上のような課題を解決すべく、本発明では、半導体露光装置本体等の精密機器を搭載する定盤の位置・姿勢制御に用いる振動検出手段、またはそれが配置された空間の空気温度を迅速かつ高精度で所定値に維持することで、振動検出手段の検出精度を高めるようにしている。つまり、本発明の装置は、その防振支持対象である精密機器を搭載する定盤と、この定盤の振動を検出する振動検出手段とを備えた位置・姿勢制御装置であって、前記振動検出手段を所定温度範囲内に温度調節する温調手段を具備することを特徴とする。

【0016】ここで、防振支持対象である精密機器は、例えば、半導体露光装置の全体または一部である。また、温調手段は、例えば、振動検出手段を所定温度範囲内に温度が調節された空気の流れの中に配置することにより、その振動検出手段の温度を調節する。温調手段としては空冷と液冷とがあるが、空冷の場合は、液冷の場合

合に比較して被冷却体である振動検出手段に振動を与えず、測定に有利である。さらに、液冷の場合は、被冷却体の中または周囲に冷却液の流路を管などで形成する必要があり、その点でも空冷の方が有利である。振動検出手段は、例えば、前記定盤の基準位置に対する変位量を検出して出力する変位検出手段である。

【0017】振動検出手段が変位検出手段である場合、この位置・姿勢制御装置は、前記定盤が位置すべき所定目標位置を表わす信号と前記変位検出手段の検出信号との差信号である位置偏差信号に適切な補償演算を施す位置偏差補償演算手段と、前記位置偏差補償演算手段で得られる補償信号に基づいて前記定盤に制御力を加えるアクチュエータとを備え、前記定盤を所定の位置・姿勢に維持する機能を備えたものであることが望ましい。この装置における前記変位検出手段は、所定温度範囲内に温度が調節された空気が流されている送風路の中に配置されたものであることが望ましい。

【0018】また、この装置は、前記変位検出手段の温度、または、前記変位検出手段が配置された空間の空気の温度を検出して出力する温度検出手段と、所定の温度目標値信号と前記温度検出手段の検出信号との差信号である温度偏差信号に適切な補償演算を施す温度偏差補償演算手段と、該温度偏差補償演算手段で得られる補償信号に基づいて、前記変位検出手段が配置された空間に流される空気の温度を調節する送風温度調節手段とを備え、前記変位検出手段、および、該変位検出手段が配置された空間の空気の温度を所定値に維持する機能を備えたものであることが望ましい。

【0019】または、この装置は、前記変位検出手段の温度を検出して出力する温度検出手段と、前記変位検出手段に熱を加える加熱手段と、所定の温度目標値信号と該温度検出手段の検出信号との差信号である温度偏差信号に適切な補償演算を施す温度偏差補償演算手段とを備え、前記温度偏差補償演算手段で得られる補償信号に基づいて該加熱手段による加熱量を調節して、前記変位検出手段の温度を所定値に維持する機能を備えたものであってもよい。この場合、前記加熱手段は、電気抵抗による発熱効果を利用して前記変位検出手段に熱を加える電気ヒータを用いることができる。

【0020】前記変位検出手段には、電気コイルを備えた検出ヘッドと、検出対象たる金属面と、前記電気コイルのインピーダンス変動を検知して変位信号を出力するアンプ回路とを備え、該電気コイルから発せられる磁力線の作用により検出対象たる金属面に渦電流を発生させ、その磁界の影響により生じる該電気コイルのインピーダンス変動をもとに、該検出ヘッドと該検出対象との距離の変位量を検出する、発振型近接センサを好適に用いることができる。

【0021】このような、半導体露光装置用の位置・姿勢制御装置においては、前記定盤は、防振支持手段で支

持されたものであることが望ましい。また、前記定盤に制御力を加えるアクチュエータとしては、空気ばねと、前記空気ばねの内部圧力を電気指令信号によって調整する制御弁とからなる空気圧駆動式アクチュエータを好適に用いることができ、該空気ばねは前記定盤を支持する防振支持手段を兼ねたものとして行うことができる。

【0022】また、前記変位検出手段は、前記定盤の各部に複数台数配置されたものであり、前記定盤が位置すべき所定目標位置を表わす信号と前記の複数台数配置された変位検出手段の検出信号とから前記定盤の並進・回転の各運動モードごとの位置偏差信号を抽出して出力するモード偏差抽出手段と、モード偏差抽出手段の出力信号に適切な補償演算を施すモード偏差補償演算手段と、モード偏差補償演算手段で得られた補償信号を複数台数配置された前記定盤に制御力を加えるアクチュエータに対応させて分配する演算処理を施すモード分配演算手段とを備え、前記定盤を所定の位置・姿勢に維持するように動作する装置も本発明の範囲に含まれる。

【0023】

【作用】変位検出手段、特に、精密機器において広く用いられている、非接触型の発振型近接センサやレーザ測長器は、それらが配置されている環境などの影響を受けて、検出誤差を発生する。これらの変位検出手段は、特に、それが存在する空間や変位検出手段自体の温度変化により、検出誤差を発生しやすく、精密機器における変位検出の用途でこれらを適用する場合には、この点に十分に配慮する必要がある。

【0024】この種の課題に対応するために、変位検出手段のアンプ回路に温度補償回路を設けるなどして、変位検出手段やそれが配置される空間の温度変化の影響をその検出信号に与えないようにする技術が開発され、適用されている。しかし、この技術を適用しても、変位検出手段が配置される環境の温度が適切な状態に管理されていなければ、変位検出手段の検出信号に温度変動の影響を及ぼしてしまう。

【0025】半導体露光装置においては、露光装置本体は、精密に温度・湿度が制御されたチャンバの中に設置されているため、装置の温度環境は、通常の産業機器に比較して非常に高い精度で管理・維持されている。しかし、実際には装置電源投入後のウォーミングアップによる温度変動や、装置を構成するアクチュエータや露光光の経路上などで発生する熱などにより、局所的な温度変化が生じてしまう場合がある。また、変位検出手段自身のもつ電気回路が発生する熱やそれによる空気対流などによっても、変位検出手段自体、および、その周辺の温度変動や温度むらが生じ、その検出信号に外乱を与えてしまうことがある。

【0026】通常、位置・姿勢制御系においては、必要な位置・姿勢制御精度の1/10以下の変位検出精度（分解能）を確保しておくことが望ましい。例えば、動

作ストローク 5 mm の位置・姿勢制御装置において、1  $\mu$  m の制御精度を得るためには、0.1  $\mu$  m 以下の変位検出精度が望まれる。動作ストロークの 0.002 % の検出分解能が変位検出手段に要求されるのである。変位計の温度補償回路だけでは対応しきれない、非常に高い検出精度が要求されているのである。

【0027】半導体露光装置では、露光に特に大きな影響を及ぼす、光学レンズシステムや露光用シリコンウエハの存在する空間などに関して、重点的に温度調節がなされている。例えば、特開平09-082626「投影露光装置」では、ウエハステージの精密位置決め制御に用いる測長手段であるレーザ干渉計の空間温度を適切な状態に調節して、この空間の空気温度を均質にし、温度むらなどに起因した空気温度ゆらぎを防止してレーザ干渉計の検出精度を高める技術が開示されている。また、特開平11-166991「ステージ装置、露光装置およびデバイス製造方法」では、同様の目的で、レーザ干渉計の一部をなす干渉計ミラーを温度調節する技術が開示されている。

【0028】しかし、装置全体に対して高精度の温度管理を行なうことは難しく、また、露光装置本体を支持する、除振装置の周辺に関しては、除振装置に構成されるアクチュエータの冷却系の他には、特に、その部位の温度を維持することを意図した温度調節系は設けられていないのが現状である。

【0029】本発明によれば、半導体露光装置本体を搭載する定盤の位置・姿勢制御に用いる振動検出手段の検出精度を悪化させる、振動検出手段自体、および／または、それが配置された空間の空気温度を迅速かつ高精度で所定値に維持することで、振動検出精度を高め、従来にはない非常に高精度の位置・姿勢制御性能を有する除振装置である位置・姿勢制御装置を提供することが可能になる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例を挙げて説明する。

【実施例1】本実施例では、従来の装置に比較して非常に高い精度で、安定的に半導体露光装置の位置・姿勢を維持する、半導体露光装置用の位置・姿勢制御装置を開示する。

【0031】図2に、半導体露光装置の構成の一例を示す。この装置は、回路パターンを露光するシリコンウエハを載置したウエハステージ94と、レチクルと呼ばれる回路パターンの原版を搭載するレチクルステージ95およびパターンの投影露光に用いる光学レンズシステム96とを、それぞれ、別々に防振支持する構成のものである。

【0032】図2に示す装置では、装置設置基礎100の上に、防振支持マウント92aを介して、回路パターンを露光するシリコンウエハを載置したウエハステージ

94と、ウエハステージ94を搭載するステージ定盤93とが設置され、また、防振支持マウント92bを介して、レチクルステージ95と、レチクルステージ95に載置されたレチクルと呼ばれる回路パターンの原版をシリコンウエハに投影露光するために用いる光学レンズシステム96を搭載した鏡筒定盤97とが設置されている。

【0033】防振支持マウント92a、92bは、装置設置基礎100に直接設置するのではなく、バレットやベースプレートなどと称される基礎構造物91の上に固定されている。基礎構造物91は、防振支持マウント92a、92bそれぞれの上に搭載された機器相互、および、図2では図示を省略した、防振支持マウント92a、92bの上には搭載されていない、半導体露光装置を構成する他の機器との相対位置関係を維持するための基準として機能する。また、基礎構造物91は、半導体露光装置全体を載置して、一括して輸送するための基礎部材としても機能することもある。図2では図示を省略したが、基礎構造物91の下には、高剛性の高さ調整機構が設けられており、装置設置基礎100の状況に応じてこれを調整することで、半導体露光装置全体の基礎となる基礎構造物91を所定の姿勢に設置できるようになっている。

【0034】光学レンズシステム96は、レチクルステージ95とウエハステージ94の間に配置される。そして、照明光学系98から照射される露光光をレチクルに当て、レチクル上の回路パターンを光学レンズシステム96を介してシリコンウエハに投影露光する。

【0035】半導体露光装置は、その露光方式により一括露光型（ステップ）および走査露光型（スキャナ）などに分類される。一括露光型の装置の場合は、ウエハステージ94をステップ・アンド・リピートとよばれる間欠的な動作方式で逐次駆動しながら、ある一定の露光エリア、例えば、ICなどの集積回路1個分のエリアを一括して露光する。一方、走査露光型の装置の場合は、ウエハステージ94とレチクルステージ95を同期動作させ、レチクル上の回路パターンをウエハ上に走査露光する。走査露光型の装置の場合、レチクルステージ95は、一括露光型の装置で必要とされるものに比較して、大きな動作ストロークを、比較的大きな駆動力で、駆動させられる。

【0036】半導体露光装置では、防振支持マウントの上に搭載された、有害振動から保護すべき機器と、防振支持マウントには搭載されていない機器とがあり、かつ、それら相互の位置関係を、常に、ある一定の範囲内に維持する必要がある。図2では図示を省略したが、防振支持マウントに搭載されていない機器としては、ウエハフィードや、レチクルチェンジャや、光源などがある。

【0037】また、図2の半導体露光装置のように防振

支持マウントに支持された構造体が２つ以上存在する半導体露光装置においては、それらの構造体相互の位置関係をミクロンオーダー、あるいは、サブミクロンオーダーで維持することが求められる。特に、走査露光型の半導体露光装置の場合、これら２つの構造体の位置関係をミクロンオーダー、あるいは、サブミクロンオーダーで、常時維持することが、所定露光性能を確保するための前提条件として要求される。

【００３８】本実施例では、このような厳しい要求に対応すべく、以下に詳細に説明する、半導体露光装置用の高精度の位置・姿勢制御装置を開示する。図１は、図２の構成の半導体露光装置に構成される、半導体露光装置の位置・姿勢制御装置を模式的に表した図面である。以降、図１を用いて、本発明の第１の実施例を説明する。

【００３９】なお、図１では、防振支持手段で支持された構造体を１つだけ図示している。これは、図２においては、防振支持マウント９２ａで支持された構造体、または、防振支持マウント９２ｂで支持された構造体のいずれかに対応する。ここでは、説明を容易にするために、１つの構造体を対象にした図１を用いて、説明を行なう。

【００４０】また、本発明の適用範囲は、図２に示したような、２つ以上の構造体を別々に防振支持する半導体露光装置に限定されない。つまり、有害振動から保護すべき精密機器を一括してひとつの構造体に搭載し、これを防振支持する構成の半導体露光装置における、該構造体の精密位置・姿勢制御手段への適用も、本発明の範囲に含まれる。

【００４１】図１の装置は、半導体露光装置を構成する機器６、機器６を搭載する定盤１、定盤１を装置設置基礎７の上で防振支持する防振支持マウント２、定盤１の基準位置に対する変位量を検出する変位検出手段３、変位検出手段３の検出信号に基づき適切な補償演算を施す位置補償演算手段４、位置補償演算手段４で得られた補償信号をもとに、防振支持マウント２に構成された、定盤１に制御力を加えるアクチュエータを駆動する駆動回路５などから構成される。

【００４２】また、変位検出手段３が配置された空間に所定温度範囲内に温度が調節された空気を流すための送風ダクト１１、１３、および、変位検出手段３やそれが配置された空間の空気の温度を適切な状態に維持すべく、送風ダクト１１、１３を経由して送られてきた空気の流れを整えて変位検出手段３を温度調節された空気の流れのなかに適切な状態に配置させるための覆いである外装１２、１４が備えられている。変位検出手段３は、外装１２、１４の内部に配置されている。送風ダクト１１、１３を経由して送られてくる空気は、送風温度調節手段１５を用いて、適切な温度に、必要な精度で、調整・維持される。

【００４３】ここでは、後で詳細に説明するように、検

出ヘッド３０およびアンプ回路３１などから構成される変位検出手段３を適用する場合を例に説明を行なうこととし、送風ダクト１１および外装１２は、検出ヘッド３０の配置されている空間に、送風ダクト１３および外装１４は、アンプ回路３１の配置されている空間に、それぞれ、適切に温度調節された空気を流すために用いる。

【００４４】定盤１は、図２において、ウエハステージ９４を搭載するステージ定盤９３、または、レチクルステージ９５と光学レンズシステム９６を搭載する鏡筒定盤９７などに相当する。図１では、定盤１に搭載される機器は、機器６として、簡略的に示している。

【００４５】図３は、防振支持マウント２の一構成例を示したものである。定盤１を鉛直支持する場合を例に示してある。この防振支持マウント２は、空気ばね２１、空気タンク２２、空気配管２３および制御弁２４などからなる。空気ばね２１は、空気タンク２２と連通して構成されており、空気ばね２１および空気タンク２２には空気が充填される。空気ばね２１および空気タンク２２には、空気配管２３を介して制御弁２４が接続されている。制御弁２４は、空気ばね２１および空気タンク２２への空気の給気・排気量を調整して、空気ばね２１および空気タンク２２内の圧力を制御する弁である。この弁は、電気的信号に従って制御されるもので、一般に、サーボバルブ、電空比例弁などと呼ばれるものである。

【００４６】この防振支持マウント２は、制御弁２４を調整して空気ばね２１の内部圧力を制御することにより、定盤１に制御力を加えるアクチュエータとして機能する。また、空気ばね２１は、装置設置基礎７上で定盤１を支持するための防振支持機構としても機能する。なお、図３では図示しない、空気ばね２１以外の防振支持機構を併用して、防振支持マウント２を構成してもよい。

【００４７】図１の変位検出手段３としては、電気コイルを備えた検出ヘッド３０と、検出対象たる金属面と、前記電気コイルのインピーダンス変動を検知して変位信号を出力するアンプ回路３１とを備え、検出ヘッド３０に備えられた電気コイルから発せられる磁力線の作用により検出対象たる金属面に渦電流を発生させ、その磁界の影響により生じる該電気コイルのインピーダンス変動をもとに、検出ヘッド３０と該検出対象との変位量を検出する、発振型近接センサを好適に用いることができる。半導体露光装置を搭載する除振装置または位置・姿勢制御装置で必要とされる変位検出分解能は、数ミクロンからサブミクロン程度であることが一般的で、この種の用途では、発振型近接センサを好適に用いることができる。

【００４８】図４は、検出ヘッド３０周辺の構成を示す。検出ヘッド３０は、検出対象となる金属面３０ａと対向して配置される。検出ヘッド３０には図示を省略した電気コイルが備えられ、この電気コイルから発せられ



る磁力線的作用により検出対象たる金属面30aに渦電流を発生させ、その磁界の影響により生じる該電気コイルのインピーダンス変動をもとに、検出ヘッド30と金属面30aとの間の、図4においてdで示された部分の距離を検出する。変位に相当する信号は、検出ヘッド30に備えられた電気コイルのインピーダンス変動をもとに、アンプ回路31で生成・出力される。

【0049】図4の構成では、金属面30aは、定盤1またはそれに剛に締結された部材に、検出ヘッド30は、変位測定基準、例えば、防振支持マウント2のうちの装置設置基礎7に剛に締結されている部分に取付けられている。このような構成にすることによって、変位測定基準位置に対する定盤1の変位量を検出することができる。

【0050】本実施例の装置は、このような変位検出手段が配置された空間に、前述の送風ダクト11、13および外装12、14を用いて、所定温度範囲内に温度が調節された空気を流し、変位検出手段が温度調節された空気の流れのなかに適切な状態に配置されるようにする。

【0051】次に、図1の装置の動作を説明する。図1の装置は、定盤1の所定基準位置に対する変位量の高い精度で維持すべく、前述のように構成・配置した変位検出手段3を用いて、定盤1の所定基準位置に対する変位量を検出し、位置・姿勢制御を行なう。

【0052】変位検出手段3は、検出ヘッド30およびアンプ回路31などからなるが、検出ヘッド30は、送風ダクト11および外装12を用いて、また、アンプ回路31は、送風ダクト13および外装14を用いて、それぞれ、適切に温度調節された空気が流されている空間に配置されている。つまり、検出ヘッド30やアンプ回路31自体や、それらが配置された空間には、変位検出精度に悪影響を及ぼす温度変動や温度むらなどが発生しにくい状態にある。従って、定盤1の所定基準位置に対する変位量を非常に高い精度で検出できる。

【0053】このように構成された変位検出手段3において、非常に高い精度で検出された定盤1の基準位置に対する変位の検出信号は、位置補償演算手段4に送られる。位置補償演算手段4では、定盤1を所定の目標位置維持すべく、所定の位置目標値信号 $R_p$ と変位検出手段3で検出された定盤1の基準位置に対する変位の検出信号との差信号である位置偏差信号を算出し、この信号に対して、位置偏差補償演算手段41にて、適切な補償演算を施す。位置偏差補償演算手段41では、PID補償器などの補償演算手段を適用することができる。本実施例において、定盤1の位置を精密に制御するためには、定盤1を維持すべき所定の目標位置に対して偏差なく位置させるべく、積分演算を含む補償演算を実施することが必須である。

【0054】位置補償演算手段4は、この位置偏差補償

演算手段41で得た補償信号を出力し、これを駆動回路5へ送る。駆動回路5は、位置補償演算手段4で得た補償信号をもとに、防振支持マウント2に構成された、定盤1に制御力を加えるアクチュエータを駆動する。このような動作により、定盤1は、所定位置に、高精度で維持・制御される。

【0055】このように本実施例の装置では、変位検出手段3やそれが配置されている空間の空気の温度が適切な状態に調節・管理されている。そのため、変位検出手段の配置されている空間の周辺に発熱体の作用や温度変動があっても、変位検出手段3自体、および、それが配置されている空間の温度変動を非常に小さいものにすることができる。

【0056】つまり、本実施例の装置では、変位検出手段自体、および、それが配置されている空間の空気の温度の変動を可能な限り抑制することによって非常に高い変位検出精度を実現した変位検出手段を、半導体露光装置本体を搭載する定盤の位置・姿勢制御に用いている。従って、半導体露光装置本体の位置・姿勢を非常に高い精度で制御することができる。

【0057】変位検出原理の異なる、より高い検出精度を有する変位検出手段を用いれば、位置・姿勢の制御精度を高めることは可能であるが、これにはコストアップがともなう。一方、本実施例の装置によれば、半導体露光装置のなかで容易に確保することができる、温度調節された空気をを用いて、変位検出手段の検出精度を低下させる大きな要因となる、温度変動を抑制するため、発振型近接センサなど、既に利用されているタイプの変位検出手段を用いても、従来よりも、変位検出精度を高めることができ、より精密な位置・姿勢制御を行なうことができる。

【0058】なお、ここでは、1台の防振支持マウント2を対象として、制御構成の一例を説明したが、定盤1は、通常、3台以上の防振支持マウント2で支持される。その場合は、ここに説明したような制御構成・動作を、各防振支持マウント2で実現すればよいことはいうまでもない。

【0059】また、半導体露光装置用の防振支持マウントは、本実施例で説明した位置・姿勢制御のための構成に加えて、加速度センサや、電磁アクチュエータなどを用いて、能動的に振動制御を行なう構成を備えていることが多い。このような装置における位置・姿勢制御系において、ここで説明した装置と同様の構成を採用した場合も、本発明の範囲に含まれることはいうまでもない。

【0060】〔実施例2〕本発明の第2の実施例として、ここでは、変位検出手段に、変位検出手段自体の温度を検出する温度検出手段と、変位検出手段を加熱する手段を備え、これらを利用して、より高精度に変位検出手段の温度を調節して、変位検出精度を高めた例を説明する。

【0061】本実施例は、図5を用いて説明する。なお、本実施例で説明する装置と、実施例1で説明した装置との相違点は、本実施例における変位検出手段は、変位検出手段自体の温度を検出する温度検出手段と変位検出手段に熱を加える加熱手段とを備え、これらを利用して、変位検出手段の温度を調節する機能を備えている点である。これ以外の構成要素やその動作は、本実施例と実施例1とで同じであるので説明を省略する。以下、実施例1とは構成・動作の異なる変位検出手段について説明を行なう。

【0062】本実施例で開示する装置では、実施例1で説明した変位検出手段3の代わりに、変位検出手段3bを用いている。変位検出手段3bは、実施例1における変位検出手段3と同様、送風ダクト11、13、外装12、14、および、送風温度調節手段15を用いて、変位検出手段3bやそれが配置された空間の空気の色を適切な状態に維持するように構成している。変位検出手段3bには、実施例1で説明した装置と同様、発振型近接センサを基本としたものを用いることとして、説明を行なう。つまり、変位検出手段3bは、電気コイルを備えた検出ヘッド30bと、検出対象たる金属面と、前記電気コイルのインピーダンス変動を検知して変位信号を出力するアンプ回路31bとを備え、検出ヘッド30bに備えられた電気コイルから発せられる磁力線の作用により検出対象たる金属面に渦電流を発生させ、その磁界の影響により生じる該電気コイルのインピーダンス変動をもとに、該検出ヘッドと該検出対象との変位量を検出する構成のものとして説明する。

【0063】本実施例で開示する装置では、変位検出手段3bを構成する、検出ヘッド30bおよびアンプ回路31bのそれぞれに対して温度調節系を構成して、変位検出精度を高めるようにしている。以下、検出ヘッド30b、アンプ回路31b、それぞれの温度調節系について説明を行なう。

【0064】まず、検出ヘッド30bの温度調節系について説明する。図6は、検出ヘッド30b周辺の構成を示す。検出ヘッド30bは、検出対象となる金属面30aと対向して配置されている。検出ヘッド30bには図示を省略した電気コイルが備えられ、この電気コイルから発せられる磁力線の作用により検出対象たる金属面に渦電流を発生させ、その磁界の影響により生じる該電気コイルのインピーダンス変動をもとに、検出ヘッド30bと金属面30aとの間の、図6においてdで示された部分の距離を検出する。変位に相当する信号は、検出ヘッド30bに備えられた電気コイルのインピーダンス変動をもとに、アンプ回路31bで生成・出力される。

【0065】図6の構成では、金属面30aは定盤1、または、それに剛に締結された部材に、検出ヘッド30bは、変位測定基準、例えば、防振支持マウント2のうちの装置設置基礎7に剛に締結されている部分に取付け

られている。このような構成にすることによって、変位測定基準位置に対する定盤1の変位量を検出することができる。

【0066】また、検出ヘッド30bは、図6に示すように、検出ヘッド30bの温度を検出するヘッド温度検出手段32a、および、検出ヘッド30bを加熱するヘッド加熱手段33aを備えている。ヘッド温度検出手段32a、ヘッド加熱手段33aは、以下に詳細に説明する、検出ヘッド30bの温度調節に用いる。

【0067】ヘッド温度検出手段32aの検出信号は、図5に示す、温度補償演算手段35aに送られる。温度補償演算手段35aでは、検出ヘッド30bの所定温度目標値に相当する信号Rtaとヘッド温度検出手段32aで得られた検出ヘッド30bの温度検出信号との差信号、つまり、温度偏差信号を算出し、温度偏差補償演算手段36aにて、この信号に適切な補償演算を施す。温度目標値信号Rtaは、検出ヘッド30bやその設置環境の熱的条件、特に、検出ヘッド内の電気回路からの発熱を考慮し、平衡状態における温度として適切な値を予め確定して設定する。温度偏差補償演算手段36bとしては、通常、PID調節器、あるいは、PI調節器が用いられる。ここでは、温度調節対象である検出ヘッド30bの温度を一定の値に高精度で維持するために、積分(I)補償を備えた調節器を用いることが望ましい。

【0068】温度補償演算手段35aは、温度偏差補償演算手段36aで得られた補償信号を出力する。この補償信号は、ヘッド加熱手段33aを制御する加熱アンプ回路34aに送られる。加熱アンプ回路34aは、温度補償演算手段35aで得られた補償信号に基づいて、ヘッド加熱手段33aの発熱量を調節し、検出ヘッド30bの温度を所定値に維持するように作用する。

【0069】なお、このような検出ヘッドの温度調節系を構成するにあたっては、温度目標値Rtaを、ダクト11および外装12を介して送られる空気の温度よりやや高めに設定しておくことよい。検出ヘッド30bには電気コイルが構成されているため、ヘッド加熱手段33aを動作させなくても、該電気コイルの発熱により、検出ヘッド30bの温度は周辺の空気の温度よりやや高い温度で平衡状態に達するためである。また、このような設定にしておけば、検出ヘッド30bの温度が温度目標値Rtaより高くなっても、ヘッド加熱手段33aの発熱量を小さく抑えることでこの部位の温度を下げるができる。温度調節された空気の温度が、温度目標値Rtaより低いためである。検出ヘッド30bの温度調節系は、以上のようにして構成し、動作させる。

【0070】次に、アンプ回路31bの温度調節系について説明する。図7は、アンプ回路31b周辺の構成を示す。アンプ回路31bは、図7に示すように、アンプ回路31bの温度を検出するアンプ温度検出手段32b、および、アンプ回路31bを加熱するアンプ加熱手

段33bを備える。

【0071】アンプ温度検出手段32bの検出信号は、図5に示す温度補償演算手段35bに送られる。温度補償演算手段35bでは、アンプ回路31bの所定温度目標値に相当する信号Rtbとアンプ温度検出手段32bで得られたアンプ回路31bの温度検出信号との差信号、つまり、温度偏差信号を算出し、温度偏差補償演算手段36bにて、この信号に適切な補償演算を施す。温度目標値信号Rtbは、アンプ回路31bやその配置環境の熱的条件、特に、アンプ回路からの電気的発熱を考慮し、平衡状態における温度として適切な値を予め確定して設定する。温度偏差補償演算手段36bとしては、通常、PID調節器、あるいは、PI調節器が用いられる。ここでは、温度調節対象であるアンプ回路31bの温度を一定の値に高精度で維持するために、積分(I)補償を備えた調節器を用いることが望ましい。

【0072】温度補償演算手段35bは、温度偏差補償演算手段36bで得られた信号を出力し、この信号は、アンプ加熱手段33bを制御する加熱アンプ回路34bに送られる。加熱アンプ回路34bは、温度補償演算手段35bで得られた補償信号に基づいて、アンプ加熱手段33bの発熱量を調節し、アンプ回路31bの温度を所定値に維持するように作用する。

【0073】アンプ回路の温度目標値Rtbの設定に関しても、検出ヘッドの温度調節系と同様に、ダクト13および外装14を介して送られる空気の温度よりやや高めに設定しておくといよい。アンプ回路31bの温度調節系は、以上のようにして構成し、動作させる。

【0074】なお、以上に説明した温度調節系で用いるヘッド加熱手段33a、アンプ加熱手段33bには、電気抵抗による発熱効果を利用した電気ヒータなどを用いることができる。また、ここでは、検出ヘッド30bとアンプ回路31bの双方の温度調節系を個別に説明したが、これらを両方適用した構成にしてもよいし、もちろん、検出ヘッドとアンプ回路のいずれか一方にのみ温度調節系を構成してもよい。

【0075】以上、説明したように、本実施例で開示した装置は、変位検出手段自体の温度を検出し、その検出信号に基づいて、変位検出手段の温度を精度よく維持する機能を有する。そのために、変位検出手段の温度を、従来の半導体露光装置搭載用の精密位置・姿勢制御装置よりも、また、実施例1で説明した装置よりも、精密に調節・維持することができ、よって、このような変位検出手段を用いて位置・姿勢制御を行なうことにより、温度変動による変位検出値の変動も小さく抑制できて、非常に高い変位検出精度、および、位置・姿勢制御性能を実現することが可能となる。

【0076】また、変位検出手段は、電源投入後に電気的な発熱によって温度上昇が発生し、変位検出手段が配置された空間の空気の温度より若干高い温度で熱的な平

衡状態に達して、温度が安定するが、本実施例が開示する装置において、所定温度目標値Rta、Rtbを、このような平衡状態における温度に設定すれば、温度調節系の動作によって、より迅速に熱的な平衡状態に達するようにすることができる。つまり、変位検出手段のウォーミングアップ時間の短縮にも効果的である。

【0077】なお、ここでは、図5を用いて、1台の防振支持マウント2の対象として、制御構成の例を説明したが、定盤1は、通常、3台以上の防振支持マウント2で支持される。その場合は、ここに説明したような制御構成・動作を、各防振支持マウント2で実現すればよいことはいうまでもない。

【0078】また、半導体露光装置用の防振支持マウントは、本実施例で説明した位置・姿勢制御のための構成に加えて、加速度センサや、電磁アクチュエータなどを用いて、能動的に振動制御を行なう構成を備えていることが多い。このような装置における位置・姿勢制御系において、ここで説明した装置と同様の構成を採用した場合も、本発明の範囲に含まれることはいうまでもない。

【0079】[実施例3] 実施例2では、変位検出手段自体の温度を検出し、この検出信号をもとに、変位検出手段を加熱する手段を用いて、その温度を調節する装置を開示した。本実施例では、この実施例2の変形例として、変位検出手段を加熱する手段の代わりに、該変位検出手段の存在する空間に流される空気の温度を調節することで、変位検出手段、および、それが存在する空間の空気の温度を所定値に維持する装置の構成例を開示する。

【0080】本実施例は図8を用いて説明する。なお、本実施例で説明する装置と、実施例2で説明した装置との相違点は、本実施例における変位検出手段は、変位検出手段を加熱する手段を、それ自身に備えていない点である。変位検出手段の温度を検出する手段をはじめ、これ以外の構成要素やその動作は、本実施例と実施例1および実施例2と、基本的には同じであるので説明を省略する。

【0081】本実施例で開示する装置は、実施例2で説明した変位検出手段3bの代わりに、変位検出手段3cを用いている。変位検出手段3cには、実施例2と同様、発振型近接センサを基本としたものを用いることとして、説明を行なう。

【0082】つまり、変位検出手段3cは、電気コイルを備えた検出ヘッド30cと、検出対象たる金属面と、前記電気コイルのインピーダンス変動を検知して変位信号を出力するアンプ回路31cとを備え、検出ヘッド30cに備えられた電気コイルから発せられる磁力線的作用により検出対象たる金属面に渦電流を発生させ、その磁界の影響により生じる該電気コイルのインピーダンス変動をもとに、該検出ヘッドと該検出対象との変位量を検出する構成のものとして説明する。

【0083】本実施例で開示する装置では、変位検出手段3cを構成する、検出ヘッド30cおよびアンプ回路31cのそれぞれに対して温度調節系を構成して、変位検出精度を高めるようにしている。以下、検出ヘッド30c、アンプ回路31c、それぞれの温度調節系について説明を行なう。

【0084】まず、検出ヘッド30cの温度調節系について説明する。図9には、検出ヘッド30c周辺の構成を示す。図9において、検出ヘッド30cは、検出対象となる金属面30aと対向して配置されている。検出ヘッド30cが、実施例2で説明した検出ヘッド30bと異なる点は、検出ヘッド30cには、その温度を検出するヘッド温度検出手段32cを備えているが、検出ヘッド30cを加熱する手段は備えていないことである。

【0085】本実施例で開示する装置においては、ヘッド温度検出手段32cの検出信号は、図8に示す温度補償演算手段35cに送られる。温度補償演算手段35cでは、検出ヘッド30cの所定温度目標値に相当する信号Rtcとヘッド温度検出手段32cで得られた検出ヘッド30cの温度検出信号との差信号、つまり、温度偏差信号を算出し、温度偏差補償演算手段36cにて、この信号に適切な補償演算を施す。温度偏差補償演算手段36cとしては、実施例2の検出ヘッドの温度調節制御系と同様、PID調節器、あるいは、PI調節器が用いることができる。

【0086】温度補償演算手段35cは、温度偏差補償演算手段36cで得られた補償信号を出力する。この補償信号は、ダクト11および外装12を通して、検出ヘッド30cが存在する空間に流される空気の温度を調節する、送風温度調節手段15に送られる。送風温度調節手段15は、温度補償演算手段35cで得られた補償信号に基づき、ダクト11および外装12を通して、検出ヘッド30cが存在する空間に流される空気の温度を調節し、検出ヘッド30c、およびそれが配置された空間の空気の温度を所定値に維持するように作用する。検出ヘッド30cの温度調節系は、以上のようにして構成し、動作させる。

【0087】次に、アンプ回路31cの温度調節系について説明する。図10には、アンプ回路31c周辺の構成を示す。図10において、アンプ回路31cは、アンプ回路31cの温度を検出するアンプ温度検出手段32dを備える。但し、実施例2で説明したアンプ回路31bと異なり、アンプ回路31cは、アンプ回路自体を加熱する手段は備えていない。

【0088】アンプ温度検出手段32dの検出信号は、図8に示す温度補償演算手段35dに送られる。温度補償演算手段35dでは、アンプ回路31cの所定温度目標値に相当する信号Rtdとアンプ温度検出手段32dで得られたアンプ回路31cの温度検出信号との差信号、つまり、温度偏差信号を算出し、温度偏差補償演算

手段36dにて、この信号に適切な補償演算を施す。温度偏差補償演算手段36dとしては、PID調節器、あるいは、PI調節器が用いることができる。

【0089】温度補償演算手段35dは、温度偏差補償演算手段36dで得られた補償信号を出力する。この補償信号は、ダクト13および外装14を通して、アンプ回路31cが存在する空間に流される空気の温度を調節する、送風温度調節手段15に送られる。送風温度調節手段15は、温度補償演算手段35dで得られた補償信号に基づき、ダクト13および外装14を通して、アンプ回路31cが存在する空間に流される空気の温度を調節し、アンプ回路31c、およびそれが配置された空間の空気の温度を所定値に維持するように作用する。アンプ回路31cの温度調節系は、以上のようにして構成し、動作させる。

【0090】以上の説明では、ヘッド温度検出手段32c、アンプ温度検出手段32dを、それぞれ検出ヘッド30c、アンプ回路31cに取付け、その温度を検出するようにしたが、これに代わって、ヘッド温度検出手段32c、アンプ温度検出手段32dを、それぞれ検出ヘッド30c、アンプ回路31cの配置された空間の空気の温度を検出するようにし、該空間に流される空気の温度を調節するように制御系を構成してもよい。

【0091】また、ここでは、検出ヘッド30c周辺とアンプ回路31c周辺との双方の温度調節系を個別に説明したが、これらを両方適用した構成にしてもよいし、もちろん、検出ヘッド周辺とアンプ回路周辺のいずれか一方にのみ温度調節系を構成してもよい。

【0092】以上、説明したように、本実施例で開示する装置は、変位検出手段、または、それが配置されている空間の空気の温度を検出し、その検出信号に基づいて、変位検出手段やそれが配置された空間の空気の温度を精度よく維持する機能を有する。そのために、変位検出手段の温度を、従来の半導体露光装置搭載用の精密位置・姿勢制御装置よりも、また、実施例1で説明した装置よりも、精密に調節・維持することができ、よってこのような変位検出手段を用いて位置・姿勢制御を行なうことにより、温度変動による変位検出値の変動も小さく抑制できて、非常に高い変位検出精度、および、位置・姿勢制御性能を実現することが可能となる。

【0093】また、その上に、変位検出手段の温度を変化させる手段として、送風温度調節手段を用いているため、実施例2で開示した装置のように加熱手段を変位検出手段に備える必要がなく、実施例2の装置に比較して、より簡単な構成の装置とすることができる。もちろん、本実施例で開示した装置に、実施例2で開示したような、検出ヘッド、アンプ回路の温度検出手段、加熱手段を構成して、それらの温度調節を行なう構成をあわせて適用することも可能であることはいうまでもない。

【0094】【実施例4】実施例1～3では、変位検出

手段の検出信号に基づいた定盤の位置・姿勢制御を、個別の防振支持マウントごとに行なうような構成として説明を行なったが、定盤の位置・姿勢制御系は、定盤の並進・回転などの運動モードに対応させて構成することが望ましい。

【0095】この場合の位置・姿勢制御装置の構成例を、図11を参照して、以下に説明する。なお、図11では、鉛直方向の変位検出手段39a、39b、39cを用いて、定盤1の鉛直方向並進(Z)、および、水平軸まわり回転方向( $\theta X$ 、 $\theta Y$ )の3自由度の位置・姿勢の制御を行なう装置を説明するが、水平面内の3自由度運動(X、Y、 $\theta Z$ )、あるいは、定盤1の剛体6自由度運動モードの制御も同様に行なうことができることは、いうまでもない。

【0096】さて、本実施例で開示する装置は、図11に示すように、定盤1各部に配置された複数の変位検出手段39a、39b、39cの検出信号に基づき、モード偏差抽出手段81で、定盤1の並進・回転などの運動モード、例えば、Z、 $\theta X$ 、 $\theta Y$ 、各方向ごとの位置偏差に相当する信号を抽出し、抽出した各運動モードごとの信号に対して、モード別補償演算手段82で、各運動モードごとに補償演算を施すような構成とする。

【0097】変位検出手段39a、39b、39cは、実施例1～3と同様の構成とする。つまり、これらの変位検出手段を、所定温度範囲内に温度が調節された空気の流れの中に配置する、あるいは、それに加えて、変位検出手段自体、または、それが配置された空間の空気の温度を能動的に、所定値に調節するような構成とする。

【0098】モード偏差抽出手段81は、変位検出手段39a、39b、39cの検出方向や幾何配置に基づいて決定される変換式などに従って、定盤1の並進・回転などの運動モードごとの変位目標値と、変位検出手段39a、39b、39cの検出信号とから、各運動モードごとの位置偏差を算出するように構成する。

【0099】そして、モード別補償演算手段82で得た各運動モードごとの位置偏差の補償信号を、モード分配演算手段83を介して定盤各部に配置された複数の防振支持マウント29a、29b、29cに構成されるアクチュエータに分配して、定盤1の並進・回転などの運動モードごとの作用力を発生させ、定盤を所定の位置・姿勢に精度よく維持するように作用させる。

【0100】このような構成にすると、定盤の位置・姿勢制御を、定盤の運動自由度ごとに行なうことができるため、位置・姿勢制御系における位置偏差補償演算手段での制御パラメータの設計を見通しよく行なうことができ、良好な位置・姿勢制御性能を容易に実現できる。その上、この装置では、実施例1～3で説明したような構成の変位検出手段を用いている。つまり、変位検出手段やそれが配置されている空間の空気の温度が、所望の状態に、非常に高い精度で維持される。そのために、変位

検出精度を、従来のこの種の装置よりも高くすることができ、非常に高い精度の制御精度を有する位置・姿勢制御装置を実現することができる。

【0101】なお、上述においては、主に、振動検出手段が変位検出手段である場合について説明したが、振動検出手段が加速度センサや速度センサである場合も本発明を適用することができ、その場合も、位置・姿勢制御の精度を従来のものより向上させることができる。

【0102】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明が開示する装置では、変位検出手段等の振動検出手段やそれが配置されている空間の空気の温度が適切な状態に調節・管理されている。そのため、振動検出手段の配置されている空間の周辺に発熱体の作用や温度変動があっても、振動検出手段自体、および／または、それが配置されている空間の空気の温度変動を非常に小さいものにすることができる。

【0103】つまり、本発明が開示する装置では、振動検出手段自体、および／または、それが配置されている空間の空気の温度の変動を可能な限り抑制することによって非常に高い検出精度を実現した振動検出手段を、精密機器、例えば半導体露光装置本体を搭載する定盤の位置・姿勢制御に用いている。従って、半導体露光装置本体の位置・姿勢を非常に高い精度で制御することができる。

【0104】変位検出原理の異なる、より高い検出精度を有する変位検出手段を用いれば、位置・姿勢の制御精度を高めることは可能であるが、これにはコストアップがともなう。一方、本発明が開示した装置によれば、半導体露光装置のなかで容易に確保できる、温度調節された空気をを用いて、変位検出手段のような振動検出手段の検出精度を低下させる大きな要因となる、温度変動を抑制できる。そのため、発振型近接センサなど、既に利用されているタイプの変位検出手段を用いても、従来よりも、変位検出精度を高めることができ、より精密な位置・姿勢制御を行なうことができる。

【0105】また、実施例2や3で開示した装置のように、変位検出手段、または、それが配置されている空間の空気の温度を検出し、その検出信号に基づいて、変位検出手段やそれが配置された空間の空気の温度を精度よく維持するような構成にすれば、変位検出手段の温度を、さらに精密に調節・維持することができ、よって、温度変動による変位検出値の変動も小さく抑制できて、非常に高い変位検出精度、および、位置・姿勢制御性能を実現することが可能となる。また、変位検出手段は、電源投入後に電気的な発熱によって温度上昇が発生し、変位検出手段が配置された空間の空気の温度より若干高い温度で熱的な平衡状態に達して、温度が安定するが、変位検出手段自体が温度調節機能を備えていれば、より迅速に熱的な平衡状態に達するようにすることができ

る。つまり、変位検出手段のウォーミングアップ時間の短縮にも効果的である。

【0106】さらに、振動検出手段、例えば変位検出手段の検出信号に基づいた定盤の位置・姿勢制御系を、定盤の並進・回転などの運動モードに対応させて構成すれば、位置・姿勢制御系における位置偏差補償演算手段での制御パラメータの設計を見通しよく行なうことができ、良好な位置・姿勢制御性能を容易に実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例に係る位置・姿勢制御装置の構成を表わす図面である。

【図2】 半導体露光装置の一構成例を表わす図面である。

【図3】 図1における防振支持マウントの構成例を表わす図面である。

【図4】 図1における検出ヘッド部分の構成を説明する図面である。

【図5】 本発明の第2の実施例の構成を表わす図面である。

【図6】 図5における検出ヘッド部分の構成を説明する図面である。

【図7】 図5におけるアンプ回路部分の構成を説明する図面である。

【図8】 本発明の第3の実施例の構成を表わす図面である。

【図9】 図8における検出ヘッド部分の構成を説明する図面である。

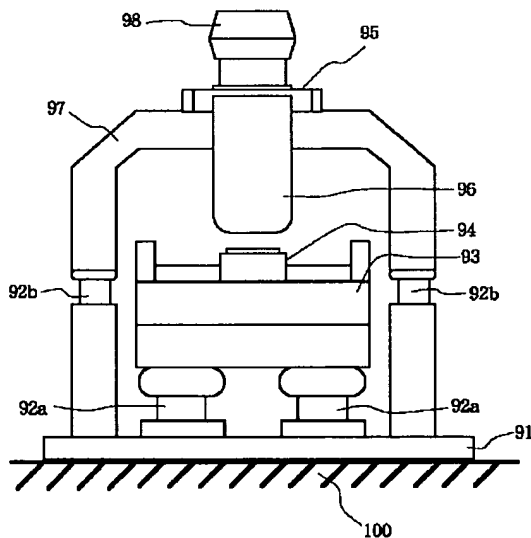
【図10】 図8におけるアンプ回路部分の構成を説明する図面である。

【図11】 本発明の第4の実施例の構成を表わす図面である。

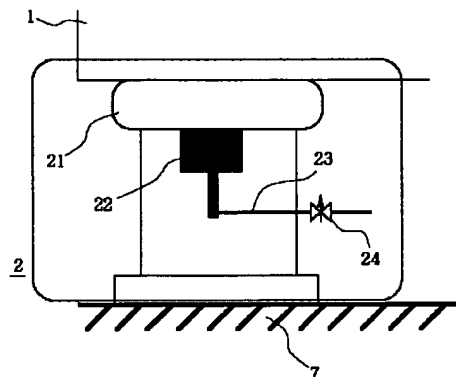
#### 【符号の説明】

1：定盤、2：防振支持マウント、3、3b、3c：変位検出手段、4：位置補償演算手段、41：位置偏差補償演算手段、5：駆動回路、6：機器、7：装置設置基礎、11、13：ダクト、12、14：外装、15：送風温度調節手段、21：空気ばね、22：空気タンク、23：空気配管、24：制御弁、29a、29b、29c：防振支持マウント、30、30b、30c：検出ヘッド、30a：検出対象金属面、31、31b、31c：アンプ回路、32a、32c：ヘッド温度検出手段、32b、32d：アンプ温度検出手段、33a：ヘッド加熱手段、33b：アンプ加熱手段、34a、34b：加熱アンプ回路、35a、35b、35c、35d：温度補償演算手段、36a、36b、36c、36d：温度偏差補償演算手段、39a、39b、39c：変位検出手段、81：モード偏差抽出手段、82：モード別補償演算手段、83：モード分配演算手段、91：基礎構造物、92a、92b：防振支持マウント、93：ステージ定盤、94：ウエハステージ、95：レチクルステージ、96：光学レンズシステム、97：鏡筒定盤、98：照明光学系、99：定盤、100：装置設置基礎。

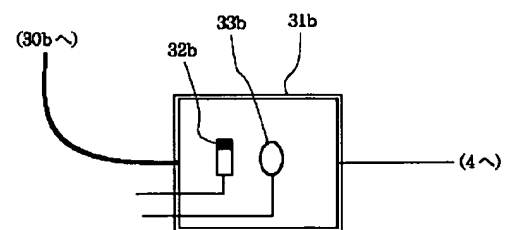
【図2】



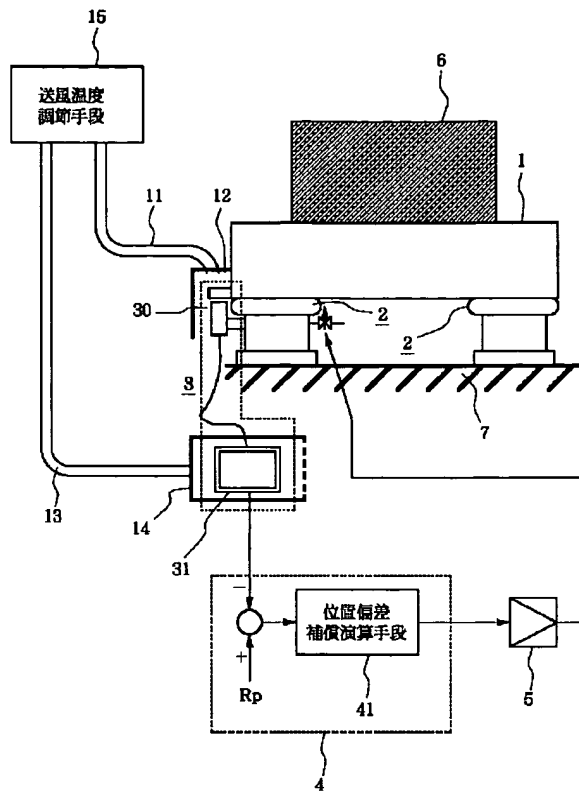
【図3】



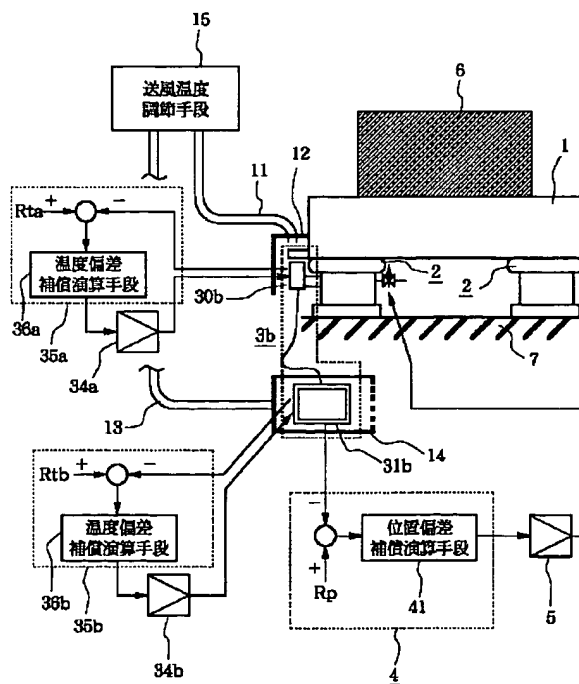
【図7】



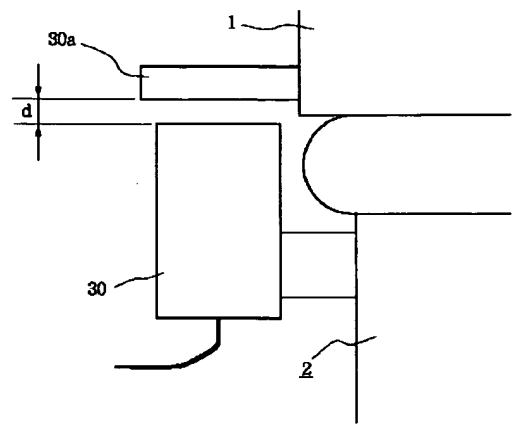
【図1】



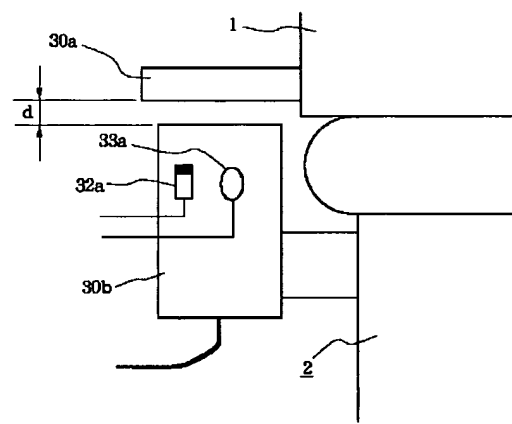
【図5】



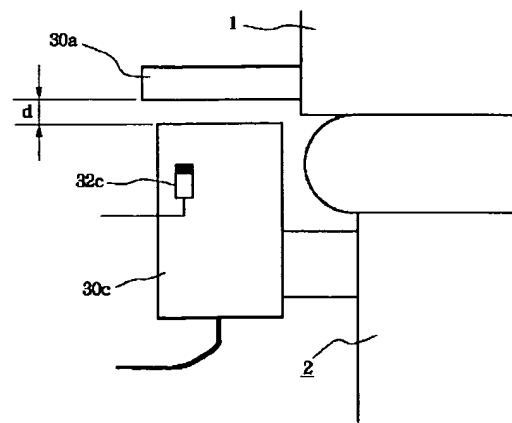
【図4】



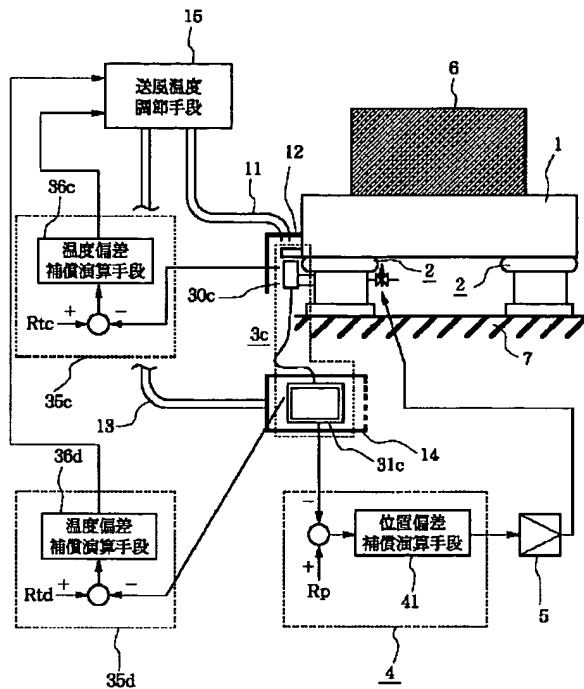
【図6】



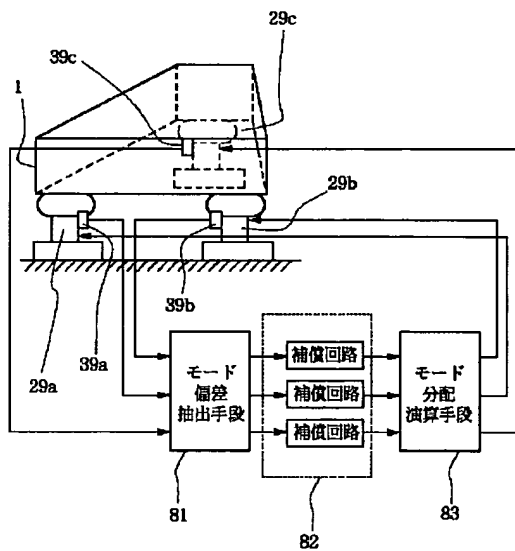
【図9】



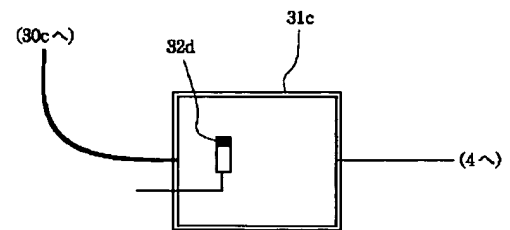
【図 8】



【図 11】



【図 10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

G 0 5 D 23/00

H 0 1 L 21/027

21/68

識別記号

F I

G 0 5 D 23/00

H 0 1 L 21/68

21/30

テーマコード (参考)

D 5 H 3 2 3

K

5 0 3 F



F ターム(参考) 2F063 AA02 BA00 CA26 DA01 DC08  
DD02 GA03 GA33 KA01 NA06  
3J048 AA06 AB08 AD01 BE02 DA01  
EA13  
5F031 CA02 HA53 HA55 JA01 JA17  
JA45 JA46 KA07 KA08 LA06  
MA27 NA01  
5F046 AA23 DB04  
5H303 AA06 BB03 BB09 BB12 BB20  
CC10 DD01 DD08 DD21 EE04  
FF04 GG07 HH02 JJ08 KK02  
KK03 KK04 QQ06  
5H323 AA05 BB01 CA08 CB25 CB35  
DA07 DB09 EE01 FF06 GG04  
JJ07 KK07 LL01 LL02 LL03  
LL11 MM06 NN03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**